

(12)特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局(43) 国際公開日  
2004年6月3日 (03.06.2004)

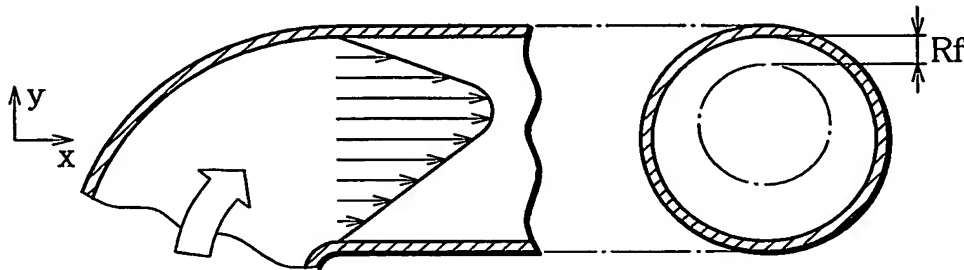
PCT

(10) 国際公開番号  
WO 2004/046659 A1

- (51) 国際特許分類: G01F 1/68, 1/00 (72) 発明者; および  
(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 関 一夫  
(SEKI, Kazuo) [JP/JP]; 〒150-8316 東京都 渋谷区 渋谷  
2丁目 12番 19号 株式会社 山武内 Tokyo (JP). 大  
石 安治 (OISHI, Yasuharu) [JP/JP]; 〒150-8316 東京都  
渋谷区 渋谷 2丁目 12番 19号 株式会社 山武内  
Tokyo (JP).
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2003/014579
- (22) 国際出願日: 2003年11月17日 (17.11.2003)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:  
特願 2002-333411  
2002年11月18日 (18.11.2002) JP
- (74) 代理人: 長門 侃二 (NAGATO, Kanji); 〒105-0004 東京  
都 港区 新橋 5丁目 8番 1号 S K Kビル 5階 Tokyo  
(JP).
- (81) 指定国 (国内): CN, DE, US.
- 添付公開書類:  
— 国際調査報告書
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 株式  
会社 山武 (YAMATAKE CORPORATION) [JP/JP]; 〒  
150-8316 東京都 渋谷区 渋谷 2丁目 12番 19号  
Tokyo (JP).
- 2文字コード及び他の略語については、定期発行される  
各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語  
のガイダンスノート」を参照。

(54) Title: FLUID DETECTION DEVICE

(54) 発明の名称: 流体検出装置



(57) Abstract: A fluid detection device, wherein one or a plurality of branch flow passages (3) having opening end parts (2) facing the upstream side or downstream side of a main flow passage (1) allowing fluid to flow therein and allowing a part of the fluid flowing near the inner wall surface of the main flow passage to flow therein are provided near the inner wall surface of the main flow passage (1), the flow of the fluid flowing through the branch flow passages is detected by using a thermal type flow sensor (4), desirably, the flow of the fluid is measured with a high accuracy by installing a plurality of opening end parts (2a) facing the upstream side of the main flow passage or a plurality of opening end parts (2b) facing the downstream side thereof at equal intervals along the flow passage cross section thereof with respect to the axis of the main flow passage.

(57) 要約: 流体を通流する主流路(1)の内壁面近傍にその上流側または下流側に向けた開口端部(2)を有し、この開口端部を介して前記主流路の内壁面近傍を流れる流体の一部を通流させる1つまたは複数の分岐流路(3)を設け、この分岐流路を通流する流体の流量を熱式流れセンサ(4)を用いて検出する。好ましくは上流側に向けた複数の開口端部(2a)、または下流側に向けた複数の開口端部(2b)を、前記主流路の軸心を中心としてその流路断面に沿って等間隔に設けることで、流体の流れを高精度に測定する。



WO 2004/046659 A1

## 明 細 書

## 流体検出装置

## 5 技術分野

本発明は、例えばガスバーナに供給する燃料ガスの流量を計測するに好適な流体検出装置に関する。

## 背景技術

- 10 最近、全予混合燃焼などの低 $\text{NO}_x$  高効率燃焼が推進されており、例えばガスバーナやガスエンジンへの燃料ガスおよび空気（以下、ガスという）の供給量を高精度に制御することが要求されている。このような制御を実現するにはガスバーナ等へ供給するガスの流量を高精度に検出することが重要である。

- 15 ガス（流体）の流量を検出する流れ検出器としては、例えば日本国；特開平4-230808号公報に開示されるように、ガスの通流方向にヒータを挟んで設けた一对の温度センサを主流路内壁に露出させて設けたものがある。この熱式流量計は、ガスの流速によって変化する温度分布を上記一对の温度センサにより検出される温度差から検出し、この温度差に従って上記ガスの質量流量を測定するものである。しかし熱式流量計は、ヒーターおよび温度センサが主流路を流れる
- 20 ガスに直接接触するので、例えば300℃程度の高温ガスの流量計測には耐熱性の点で適さない。また熱式流量計は、ガスの流れの増加に対する検出出力が曲線状の変化特性を示すため、流れと検出出力とが比例関係にあると看做し得る領域が狭い。従って比較的広い領域で流れを検出しようとする、流れに対する曲線状の変化特性を示す検出出力を直線状に補正する演算が必要である。

- 25 一方、例えば日本国；特開平10-307047号公報には、ガスの通流路にオリフィス（絞り）を設け、オリフィスを介して検出される圧力（差圧）からガ

ス流量を検出するオリフィス型流量計が開示されている。このオリフィス型流量計は、主流路に流れる流体の一部を分岐流路に分流する構造である。これ故、比較的高温のガスであっても分岐流路中で冷却してその検出を行うことが可能である。しかしその反面、オリフィス型流量計においてはオリフィスによるガス流路の絞り比を0.1～0.8程度に設定することが必要であり、圧力損失を伴うことが否めない。

更には分岐流路の流入側の開口端部をオリフィスの上流側に、また流出側の開口端部を下流側に振り分けて設ける必要がある。従って上記流入側の開口端部と流出側の開口端部との位置が流路方向に或る程度離れることが否めない。この為、燃焼等に起因して主流路中のガスの流れに振動が生じた場合、オリフィス型流量計ではこの振動を検出することができないことがある。即ち、オリフィス型流量計は、上記流入側開口端部と流出側開口端部との距離に対応する特定の周波数の振動を検出できないと言う不具合を有する。この現象は、流入側開口端部と流出側開口端部との圧力が等しくなる結果、分岐流路に流れが生じなくなることに起因する。

#### 発明の開示

本発明の目的は、主流路に流れる流体が高温であっても、その温度の影響を受けることなしに上記流体の流れを検出できるように構成可能な流体検出装置を提供することにある。

本発明の別の目的は、圧力損失を十分に小さくして、その影響を殆ど受けるとなく燃料ガス等の流体の流れを高精度に測定することのできる流体検出装置を提供することにある。

また本発明の更に別の目的は、流れと検出出力とが比例関係にあると看做し得る領域を比較的広く設定することのできる流体検出装置を提供することにある。

また同時に本発明は、分岐流路の流入側の開口端部と流出側の開口端部との位

置を近接させて設けることを可能とし、燃焼に起因するガスの流れの振動を正確に検出することのできる流体検出装置を提供することを目的としている。

即ち、本発明はこれらの目的の少なくとも一つを達成するためになされている。

上述した目的を達成するべく本発明は、燃料ガス等を流す配管がなす流路断面の各部における流速が、その配管の曲がり形状や配管壁面からの距離によって異なるが、

(a) 配管の壁面での流体の流れが、その流路に絞りが無い場合にはクエット流 (Couette flow) であると看做することができること、そして

(b) 配管の内壁面近傍での流速が配管内の平均流量に近似的に比例した関係にあること

に着目してなされている。

そこで本発明に係る流体検出装置は、流体を通流する主流路の内壁面近傍に、該主流路の上流側または下流側に向けた開口端部を有し、この開口端部を介して前記主流路の内壁面近傍を流れる流体の一部を通流させる1つまたは複数の分岐流路を設け、この分岐流路を通流する流体の流量を熱式流れセンサを用いて検出するようにしたことを特徴としている。

このように構成した流体検出装置によれば、主流路に絞りを実質的に設けることなく分岐流路に流体を分流させることができる。それ故、主流路に大きな圧力損失を生じさせることがない。また主流路に流れるガスが高温であっても、そのうちの少量だけが分岐流路へ分流され、この分岐流路内においてはその内壁に熱を放出して上記ガスの温度が低下するので、熱式流れセンサの耐熱限界内での流れ検出が可能である。

特に主流路を流れる流体の内壁面近傍を流れる層流境界層または層流底層の一部を分岐させて分岐流路に流れるようにし、この分岐流路に流れる流体の流れ (層流境界層または層流底層の一部) を検出している。この結果、流体の流れと検出出力とが比例関係にあると看做し得る領域が広い。また層流境界層または層

流底層においては、主流路を流れる流体に発生する乱れの影響を受け難いと考えられるので、誤差の少ない検出が可能である。

好ましくは複数の分岐流路における前記主流路の上流側に向けた各開口端部、または主流路の下流側に向けた各開口端部を、前記主流路の軸心を中心としてその流路断面に沿って等間隔に設け、これらの各分岐流路を流れる流体の流量をそれぞれ検出することを特徴とする。

このように複数の分岐流路の各開口端部を、その流路断面に沿って等間隔に設けておけば、例えばその上流側の流路の曲りに起因して主流路を流れる流体の流れに偏りが生じていても、複数の分岐流路においてそれぞれ検出される流量の違いからその偏りを検出することができる。更には、例えば各分岐流路においてそれぞれ検出される流量を相加平均などで平均化することで、主流路を流れる流体の平均流量を計測することが可能となる。

また或いは前記開口端部を上流側に向けた複数の上流側分岐流路と、前記開口端部を下流側に向けた複数の下流側分岐流路とを、1つの流路を形成する連通部を介して互いに連結し、この連通部において前記複数の分岐流路にそれぞれ流れる流体の総流量を前記熱式流量計にて一括して検出するようにしても良い。

このような構成とすれば、複数の分岐流路にそれぞれ流れる流体の総流量を簡易に検出することができるので、例えば主流路を流れる流体の流れに偏りが生じていても、各分岐流路にそれぞれ流れ込む流体の流量を平均化して流量計測を行うことが可能となる。従って主流路を流れる流体の偏りの影響を受けることなしに、簡易に高精度な流量計測を行うことが可能となる。

尚、前述した分岐流路の他端側を開放しておき、主流路から分岐流路に分岐した流体を外部に流出させるようにしたり、逆に外部から分岐流路を介して流入した流体を主流路に流し込むようにしても良い。このような構成とすれば、主流路を流れる流体の一部が外部に流出し、或いは外部から流入した流体が主流路内に導入されることになるが、例えばその流体が空気であれば殊更な問題が生じるこ

とはなく、その構成の簡易化を図ることが可能となる。

しかし前記開口端部を上流側に向けた分岐流路の開口端部を、前記開口端部を下流側に向けた分岐流路の開口端部よりも上流側に位置付けておき、前述したように上記各分岐流路の他端部を互いに連通して、分岐流路に分岐した流体の一部を主流路に戻すように構成することが好ましい。この場合には分岐流路の他端側を周囲環境に向けて開放した場合のような不具合を招来することがなく、その流れ自体を安定化して流量検出を行うことが可能となる。

更に複数の分流路のそれぞれの流路抵抗を連通部の流路抵抗よりも大きくすることで、いずれかの開口端部の流れが局所的に変化した場合でも連通部の相加平均としての流れへの影響を比較的小さくすることができ、従って主流路内の流れの分布の偏りの影響を受け難くすることができる。

また前述した熱式流れセンサとは別に、前記分岐流路を通流する流体に関与することのない位置に上記熱式流れセンサと同じ仕様の補助熱式流れセンサを設け、この補助熱式流れセンサの出力を用いて前記熱式流れセンサの出力を補正することも有用である。このような補助熱式流れセンサを併用すれば、例えば流体に加わる振動や熱式流れセンサに加わる電氣的な雑音を相殺することができるので、その計測精度を更に高めることが可能となる。

尚、本明細書における「流路抵抗」とは、或る流路を流れる流体の流量とその流路の両端の差圧との近似的な比例定数を言う。例えば差圧が一定の場合、流路抵抗を大きくすると流量は小さくなる関係にある。また一般的に流路の径を小さくする程、また流路の長さを長くする程、流路抵抗は大きくなる。

このように構成された本発明に係る流体検出装置によれば、主流路の内壁に極めて近い位置の流体の流れを分流し、その流れを検出するので、以下に挙げる効果のうちの少なくとも一つを奏することができる。

(1) 流路に流れる流体が高温であったとしてもその流れを検出できるように構成することが可能であると共に、圧力損失が極めて小さくなるように構成できる。

(2) 流れと検出出力とが比例関係にあるとみなせる領域が比較的広くなるように構成できる。

(3) 分岐流路の流入側の開口端部と流出側の開口端部との位置を近接させて設けることを可能とし、この結果、流体（ガス）の流れ振動を正確に検出することが

5 ができる。

#### 図面の簡単な説明

第1図は、本発明に係る流体検出装置の流量検出原理を説明するための、直線流路における流体の流れの分布を示す図。

10 第2図は、本発明に係る流体検出装置の流量検出原理を説明するための、曲がり流路における流体の流れの分布を示す図。

第3図は、本発明の実施形態に係る流体検出装置の基本的な構成を説明するための、要部概略構成を示す断面図。

15 第4図は、本発明に係る流体検出装置の別の実施形態を説明するための、主流路の横断面に対する分岐流路の開口端部の取り付け位置を示す図。

第5図は、本発明に係る流体検出装置の更に別の実施形態を説明するための、分岐流路の構造を模式的に示す図。

第6図は、本発明に係る流体検出装置の好ましい実施形態を示す要部概略構成図。

20 第7図は、本発明に係る具体的な流体検出装置の概略構成を示す縦断面図。

第8図は、第7図に示す流体検出装置における矢視X-X方向の断面図。

第9図は、第7図および第8図に示す流体検出装置の計測特性を示す図。

第10図は、本発明に係る流体検出装置の変形例を示す図。

25 第11図は、本発明に係る流体検出装置に組み込まれる熱式流量計の例を示す外観斜視図。

第12図は、第11図に示す熱式流量計の基本的な回路構成図。

第13図は、本発明の更に別の実施形態に係る流体検出装置の要部概略構成図。

第14図は、第13図に示す流体検出装置における出力補正回路の概略構成図。

発明を実施するための最良の形態

- 5      以下、図面を参照して本発明の実施形態に係る流体検出装置について詳しく説明する。

流路断面が円形をなす配管内を通流する流体の流れは上記流路断面の各部において一様ではなく、第1図および第2図にそれぞれ示すように或る分布を持つ。具体的には流体が持つ粘性により、一般的には流路断面の中央部での流れが速く、  
10      配管の内壁面近傍での流れは遅い。特に第2図に示すように上流側の管路が曲がっているような場合、その流れが流路の曲がりによって歪められるので、流れの分布に偏りが生じる。

ちなみに配管の壁面近傍における流速は、ナビエ・ストークスの式(Navier-Stokes equation)と連続方程式とにより示される層流境界層の方程式により表す  
15      ことができる。ここで配管の内壁面近傍での流速が[0]であるとする、その流路に絞りが無い場合には、壁面から距離 $d$  ( $d \neq 0$ ) の位置での流れ $\Delta u$ はクエット流(Couette flow)であると見なすことができる。そして壁面 ( $y=0$ ) における流速が [ $u=0$ ]、クエット流の境界条件 ( $y=R$ ) における流速が [ $u=U$  (平均流速)] であるとする、その流速 $u$ は [ $u=U/R \cdot y$ ] として近  
20      似することができる。

ところで第2図に示すように流体の流れに偏りがある場合における内壁面近傍 ( $d \doteq 0$ ) での平均流速 $u_{ave}$ は、流路断面を規定する内壁面に沿った周方向各部における内壁面近傍での流速 $u_f$ の相加平均として求めることができ、

$$u_{ave} \doteq \Sigma u_f / n = U \Sigma d / R_f / n$$

- 25      なる関係が成立する。但し、上記 $\Sigma$ は添字 $f$ を ( $f=1, 2, \sim n$ ) としたときの総和演算を示す。これ故、平均流速 $U$ は、



$$U = (\sum u_f / n) / (\sum d / R_f)$$

として表すことができる。従って内壁面から平均流速 $U$ の流れる位置までの距離 $R_f$ は一定であり、流速の測定位置 $d$ を上記距離 $R_f$ の範囲内の一定位置とすれば、上記測定位置 $d$ において計測される流速と平均流速 $U$ とは比例関係を有することになる。

以上の考察結果から、配管の内壁面近傍 $d$ における流速は配管内の流量に比例している。またその流れに偏りがある場合でも、流路断面に沿って $n$ 等分した複数箇所において内壁面近傍での流速 $u_f$ をそれぞれ計測すれば、これらの計測値を相加平均することで、 $k$ を定数として

$$U = k \sum u_f / n$$

として、その平均流速 $U$ を安定に求め得ることがわかる。つまり流れの偏りに拘わることなく平均流速 $U$ を計測し得ることがわかる。このことは、主流に乱流が発生している場合であっても同様である。

本発明は上述した知見に基づいてなされたもので、基本的には流路断面が円形をなす主流路の内壁面近傍における流体の流速を計測するように構成される。

第3図は、本発明の実施形態に係る流体検出装置の要部概略構成を示す断面図であり、1は流路断面が円形をなす主流路（円形配管）を示している。この主流路1の径は、少なくとも図示している範囲において一定である。流体検出装置は、上記主流路1を形成する管内壁面1aの近傍に開口端部2（2a, 2b）を有し、前記主流路1の内壁面近傍を流れる流体の一部を分岐して通流させる少なくとも1つの分岐流路3を備える。この分岐流路3の径は、少なくとも図示されている範囲において一定である。またこの分岐流路3は、その開口端部2aを主流路1の上流側に向けた上流側分岐流路3a、および／または開口端部2bを主流路1の下流側に向けた下流側分岐流路3bからなる。尚、流体検出装置は、開口端部2aを上流側に向けた上流側分岐流路3aおよび開口端部2bを下流側に向けた下流側分岐流路3bの双方を備えたものであっても良いが、その一方だけを備え

たものであっても良い。

また上記分岐流路 3 の開口端部 2 は、管内壁面 1 a の近傍の前述したクエット流だけを分岐して分岐流路 3 に流すべく、その開口位置（測定位置 d）がクエット流の境界  $R_f$  よりも管内壁面に近くなるように、例えば管内壁面 1 a から 0.3  
5 ~ 1.0 mm 程度の高さに設定されている。ここでは便宜上、管内壁面を基準として管の中心方向へ向けた距離を「高さ」と称する。更に具体的に例示すれば、開口端部 2 は直径 0.8 mm の口径を有し、この口径の中心は管内壁面 1 a から 0.5 mm の高さに位置する。このような高さ位置に設けられた開口端部 2 により、主流路 1 を通流する流体の、いわゆる層流境界層または層流底層の流れの一部が分岐流路 3 に分岐される。  
10

そしてこの分岐流路 3（3 a, 3 b）を流れる流体の流速（流量）は、該分岐流路 3 に組み込まれた熱式流量計 4（4 a, 4 b）により検出される。そして熱式流量計 4 による検出信号はマイクロプロセッサ等からなる信号処理部 5 に与えられることで、前記主流路 1 を流れる流体の平均流速（流量） $U$  が計測されるよう  
15 になっている。このような熱式流量計 4 は、例えば前述した日本国；特開平 4 - 2 3 0 8 0 8 号公報に開示されるように公知である。

尚、分岐流路 3 の他端が流路外部の周囲環境（例えば大気）に向けて開放されている場合には、主流路 1 から入側開口端部 2 a を介して分岐された流れの一部は、分岐流路 3 a を介して外部に流出する。また外部から分岐流路 3 b に流入した流体はその出側開口端部 2 b から主流路 1 内に導入されることになる。いずれ  
20 の場合にしろ開口端部 2 が設けられた管内壁面 1 a の近傍における流れは、その流路方向に一定の速さで流れる層流境界層または層流底層である。そして分岐流路 3 a, 3 b を通流する流体の流れは上記層流境界層または層流底層の流れに依存する。

25 従って分岐流路 3 a, 3 b は、主流路 1 における層流境界層または層流底層の流れの一部を取り出して通流するか、或いは層流境界層または層流底層の流れの

一部として外部から加える流体を流すかの違いを有するだけであり、実質的に層流境界層または層流底層の一部を分岐して通流すると言える。これ故、分岐流路 3 (3 a, 3 b) を流れる流体の流速を検出することで上記層流境界層または層流底層の流速を正確に検出することができる。

- 5      尚、開口端部 2 近傍の主流路 1 の断面積は常に一定であるから、この断面積と上記流速との積が流量に相当（比例）する。この理由により、本明細書においては「流速」なる表記と「流量」なる表記とを互いに置換可能なものとして使用することがある。またこれらを総称して「流れ」と表記している。

- 10      ところで上述した分岐流路 3 (3 a, 3 b) を、主流路 1 が形成する流路断面においてその管内壁面 1 a の周方向に沿って複数設けるようにしても良い。この場合には、第 4 図に主流路 1 の横断面を模式的に示すように複数の分岐流路 3 の各開口端部 2 を主流路 1 の軸心を中心に等角度間隔に配置するようにすれば良い。具体的には 4 本の分岐流路 3 を設ける場合には、主流路 1 の円環をなす管内壁面 1 a を 90° 間隔で等分し、これらの等分割された各位置に前記各分岐流路 3
- 15      の開口端部 2 をそれぞれ配置するようにすれば良い。この場合、各分岐流路 3 の径は全て等しいものであることが望ましい（例えば口径 0.8 mm）。そしてこれらの各分岐流路 3 にそれぞれ分岐された流体の流速をそれぞれ検出するようにすれば、例えば前述した第 2 図に示すように主流路 1 を通流する流体の流れに偏りがあっても、その偏りに応じた管内壁面 1 a の各部における流速をそれぞれ検
- 20      出することが可能となる。

- 従って複数の分岐流路 3 を介してそれぞれ検出される管内壁面 1 a の各部における流速を総合判定し、例えば各部における流速の差を求めれば主流路 1 を通流する流体の流れの偏りを評価することが可能となる。またこれらの分岐流路 3 を介してそれぞれ検出される管内壁面 1 a の各部における流速を相加平均すれば、
- 25      上述した流れの偏りに拘わることなく、その平均流量を簡易に求めることが可能となる。換言すれば流量計測部位の上流側に曲り管路が存在し、これによって主

流路 1 を通流する流体の流れに歪み（流速分布の偏り）がある場合であっても、その平均流速を簡易にしかも精度良く計測することが可能となる。

尚、この場合においても主流路 1 の軸心を中心に等角度間隔に配置する複数の開口端部 2 については、前述した主流路 1 の上流側に向けた入側開口端部 2 a であつても良く、或いは主流路 1 の下流側に向けた出側開口端部 2 b であつても良い。またこれらの各開口端部 2 についても、前述したようにその開口位置（測定位置 d）がクエット流の境界  $R_f$  よりも低くなるように、例えば管内壁面 1 a から 0.3 ~ 1.0 mm 程度の一定の高さに揃えておけば良い。

また上述した複数の分岐流路 3 を、例えば第 5 図に示すように連結流路 6 を介して並列に接続し、上記分岐流路 3 をそれぞれ通流する流体を合流させて通流する連結流路 6 に熱式流量計 4 を設けることも可能である。即ち、主流路 1 の周方向を等分する位置に開口端部 2 をそれぞれ設けた複数の分岐流路 3 の他端部を、前記主流路 1 の外周に沿って円環状に設けた連結流路 6 にそれぞれ連通させる。そしてこの連結流路 6 の一部から外部に導出された合流流路 6 a に熱式流量計 4 を組み込むようにしても良い。

この場合、連結流路 6 および合流流路 6 a が連通部に相当する。望ましい実施形態としては、分岐流路 3 および連結流路 6 の少なくとも一方の流路抵抗を大きく設定し、合流流路 6 a の流路抵抗を小さく設定すべきである。そのためには、例えば各分岐流路 3 の流路断面積を  $0.5 \text{ mm}^2$  とし、連結流路 6 の流路断面積を上述した 4 つの分岐流路 3 の流路断面積の合計  $2.0 \text{ mm}^2$  よりも大きい  $4.0 \text{ mm}^2$  とし、合流流路 6 a の流路断面積を更に大きい  $6.0 \text{ mm}^2$  とすれば、分岐流路 3 から連結流路 6、合流流路 6 a の順にその流路抵抗を小さくすることができる。但し、合流流路 6 a の流路断面積を大きく設定しすぎると、流速が小さくなり過ぎて熱式流量計 4 の検出範囲から外れるので注意すべきである。

このように流体検出装置を構成すれば、複数の開口端部 2 にて主流路 1 の壁面近傍からそれぞれ分岐された流体の流れの一部が分岐流路 3 を介して連結流路 6

に流れ込み、合流流路 6 a にて 1 つの流れにまとめられて通流する。従って熱式流量計 4 は、前記各分岐流路 3 にそれぞれ分岐された流れの総和に相当する総流量を検出することになる。また熱式流量計 4 にて検出される総流量を上記分岐流路 3 の数  $n$  にて除算すれば各分岐流路 3 の 1 本あたりの流量、つまり平均流量を算出することが可能となる。また主流路 1 の内壁面近傍を通流する流体（層流境界層または層流底層）の平均流速、ひいてはこの平均流速に所定の定数を乗ずることで主流路 1 を通流する流体の平均流速を簡易に計測することが可能となる。

特にこのような構成を採用した場合、複数の分岐流路 3 のそれぞれに熱式流量計 4 を組み込む必要がなくなり、1 個の熱式流量計 4 を用いるだけで良い。従って、例えば複数の分岐流路 3 を並列接続するための連結流路 6 を必要とするといえども、その信号処理系を含む全体的な構成の簡素化を図ることが可能となる。この場合においても並列接続する複数の分岐流路 3 については、前述した開口端部 2 a を主流路 1 の上流側に向けた複数の分岐流路 3 a であっても良く、或いは開口部 2 b を主流路 1 の下流側に向けた複数の分岐流路 3 b であっても良い。

ところで主流路 1 に、開口端部 2 a を主流路 1 の上流側に向けた上流側分岐流路 3 a と、開口端部 2 b を主流路 1 の下流側に向けた下流側分岐流路 3 b とを設ける場合、第 6 図に示すようにこれらの各分岐流路 3 a, 3 b の他端部を互いに連通させ、主流路 1 から上流側分岐流路 3 a に導いた流体の一部を下流側分岐流路 3 b を介して主流路 1 に戻すように構成することも可能である。

この場合には上記各分岐流路 3 a, 3 b の開口端部 2 a, 2 b が互いに背中合わせとなるように配置し、上記分岐流路 3 a に分岐された流体が分岐流路 3 b を介して開口端部 2 a の上流側に戻されることがないようにする方が良い。即ち、上記分岐流路 3 a, 3 b に分岐されて流れる流体が、その分岐点と同じかそれよりも下流側に戻されるようにしておけば良い。しかし上記分岐流路 3 a に分岐された流体が分岐流路 3 b を介して開口端部 2 a の上流側に戻されることを否定するものではない。

尚、開口端部 2 a を主流路 1 の上流側に向けた分岐流路 3 a と、開口端部 2 b を主流路 1 の下流側に向けた分岐流路 3 b とを複数対設ける場合には、これらの分岐流路 3 a, 3 b の他端部を個別に連通させても良い。しかし前述したように複数の分岐流路 3 a および複数の分岐流路 3 b のそれぞれを並列接続して設ける  
5 場合には、これらの並列接続した分岐流路 3 a, 3 b の他端部（連結流路 6 の他端部）を互いに連通させるようにすれば良い。

このようにして開口端部 2 a を主流路 1 の上流側に向けた分岐流路 3 a と、開口端部 2 b を主流路 1 の下流側に向けた分岐流路 3 b の各他端部を互いに連通させた構造とすれば、主流路 1 から分岐流路 3 a に分岐された流体の一部が分岐流路 3 b を介して上記主流路 1 に戻されることになるので、その流れを安定なもの  
10 とすることができる。しかも主流路 1 を通流する流体がその外部に放出されることがなく、また外部から導入された流体が主流路 1 を通流する流体に混入することがないので、該主流路 1 を通流する流体自体に何等の変化も及ぼさない。従って主流路 1 を通流する流体に影響を及ぼすことなくその流速（流量）を検出  
15 ることが可能となる。更には流体検出装置としての動作信頼性を十分に高めることが可能となる。

ところで上述した如く構成される流体検出装置は、例えば第 7 図および第 8 図に示すような薄型の装置として具現化することができる。尚、第 7 図は流体検出装置の縦断面構造を示し、第 8 図は第 7 図において破断線 X-X によって示す上  
20 記流体検出装置の横断面構造を示している。ここでは紙面右側が上流側、左側が下流側として描かれている。

この装置は、燃料ガス等を通流する円筒形のガス配管のフランジ結合部に介挿して用いるように構成したもので、所定の厚み（例えば 9 mm）をなすリング状の第 1 部材 10 と、この第 1 部材 10 の外周に嵌め込まれるリング状の第 2 部材  
25 20 とからなる。これらの第 1 および第 2 部材 10, 20 は、それぞれ金属製の部材からなるが、高耐熱性を有するプラスチック製のものであっても良い。

所定の厚みを有するリング状の第1部材10の円環状の内壁面11が流体の主流路1を形成している。特にこの内壁面11は、その内径Dを第1部材10の厚み方向（流体の通流方向）に滑らかに変化させて、中央部分での内径Dが最小となるような断面半円弧状、或いは断面半楕円形をなす滑らかな流線形状をなす曲面として形成されている。

尚、この内壁面11の最大内径Dはガス配管の内径（例えば21mm）を考慮して、その両端部において21mmに設定されており、また内壁面中央部での内側への突出高hは、例えば0.5～1.0mm程度に設定されている。即ち、内壁面11の最小内径 $D - 2h$ は19～18mm程度に設定されており、上記の滑らかな表面形状と相俟って、主流路を流れる流体に与える圧力損失は極めて小さい。

この第1部材10には、上述した形状をなす内壁面11に、前述した開口端部2を設けた分岐流路3をなす複数の貫通孔12が、該第1部材10の内壁面11から外周面14aに掛けて設けられている。特に上記開口端部2は、断面半円弧状、或いは断面半楕円形をなす前記内壁面11の中央部からその両辺部に掛けて、それぞれ該第1部材10の厚み方向に漏斗状に開口する楕円形状の凹部として設けられている。特に上述した凹部形状をなす開口端部2については、その開口方向を主流路1の軸心に対して、例えば略60°の傾きを付けて設けられている。第7図においては図の見易さを優先するために開口端部2aと開口端部2bとの位置をやや左右に離して描いてある。しかし実際の流体検出装置の設計に際しては、上記の角度を最適に設定することで、この断面方向から見て開口端部2aと開口端部2bとが完全に重なるように配置することも可能である。

これらの内壁面11の中央部から両辺部に掛けてそれぞれ設けられた開口端部2の一方は、流体通流方向の上流側に向けて開口する入側開口端部2aとして、また他方は流体通流方向の下流側に向けて開口する出側開口端部2bとして機能するようになっている。そしてこれらの流体通流方向の上流側および下流側にそれぞれ向けて設けられる複数の開口端部2（2a, 2b）は、前述したように内

壁面 1 1 を周方向に等分する位置にそれぞれ設けられており、第 1 部材 1 0 の内壁面 1 1 近傍を通流する層流境界層または層流底層の流れの一部を分岐して貫通孔 1 2（分岐流路 3）に導くようになっている。

このような構成を採ることで、分岐流路の流入側の開口端部 2 a と流出側の開口端部 2 b との位置を極めて近接させて設け、流体の特定の振動周波数（波長）  
5 に対して感度が低下するという問題を実質的に解消している。

また前記第 1 部材 1 0 の外周面 1 4 b には、周方向に 2 条の溝 1 3 a, 1 3 b が平行に設けられている。これらの溝 1 3 a, 1 3 b は、その底部（即ち、外周面 1 4 a）に前述した複数の貫通孔 1 2 の他端部をそれぞれ連通したもので、第  
10 1 部材 1 0 の外周面に嵌め込まれる第 2 部材 2 0 の内周面 2 3 によってその上面が閉塞されて前述した環状の連通流路 6 をそれぞれ形成する。

一方、前記第 2 部材 2 0 は、上述したように第 1 部材 1 0 の外周面に嵌め込まれて溝 1 3 a, 1 3 b の上面を閉塞する内周面 2 3 と、この内周面 2 3 の一部に穿たれて前記溝 1 3 a, 1 3 b 間を連通させる凹状の空間部 2 1 とを備える。また  
15 この空間部 2 1 の底面には所定形状の流量計取付孔が穿たれており、この流量計取付孔に第 2 部材 2 0 の外周面側から所定形状のパッケージに実装された熱式流量計 4 が組み込まれるようになっている。

そして上述した第 1 部材 1 0 と第 2 部材 2 0 は、溝 1 3 a, 1 3 b の上面を閉塞して組み合わせた状態で、つまり第 2 部材 2 0 の内周面 2 3 に第 1 部材 1 0 を  
20 嵌め込んだ状態で、これらの間を気密に溶接する等して接合一体化される。この一体化によって前述した貫通孔 1 2 がなす分岐流路 3 と、溝 1 3 a, 1 3 b がなす連結流路 6 とが空間部 2 1 を介して連通されることになる。分岐流路 3 の断面積は、開口端部 2 の最狭部が最も小さくなるように形成されており、溝 1 3、空間部 2 1 の順に大きくなるように形成されている。この結果、溝 1 3 から空間部  
25 2 1 の順で、その流体抵抗が小さく設定されている。

尚、簡略化のため図示していないが、第 7 図において、溝 1 3 a と溝 1 3 b と



の間の、前述した第1部材10の外周と第2部材20の内周との接触面に円環状の溝を形成し、この溝にOリング等のパッキンを設けても良い。このようなパッキンを設ければ、工作精度の不足に起因して溝13aから上記接触面の隙間を通して溝13bへ至る流体の漏れを防止することができる。この結果、溝13aを  
5 流れる流体が必ず空間部21を通して溝13bに流れるので、検出誤差の防止に役立つ。

尚、第2部材20および気密を保つためのパッキン30,30には、前述した空間部21を設けた位置を避けて第8図に示すように複数の丸穴22が等角度間隔で設けられている。これらの丸穴22は、ガス配管のフランジ結合部に組み付けられて、相対向する一对のフランジ部間を結合するボルト（図示せず）を挿通するためのものである。尚、パッキン30に代えて、第2部材20において、配管フランジに対向する面に円環状の溝を設け、その中にOリング状のパッキンを配置しても良い。これらのパッキンの材質は、使用する温度に応じてゴムや軟銅など周知のものから適宜選択すれば良い。またパッキン30,30に熱伝導率の  
10 低い材質（例えば耐熱繊維を成形したもの）を用い、第2部材20に熱伝導率の高い材質（例えばアルミニウム）を用いれば、分流された燃焼ガスを効率よく冷却することができる。燃焼ガスの冷却を更に促進するためには、第2部材20の直径を大きくするなどして空間部21の流路長を長くしたり、空間部21の周囲を冷却する冷却フィンや冷却装置を外部に設けても良い。

かくして上述した構造の薄型の流体検出装置によれば、既存のガス配管のフランジ結合部間に挟み込み、その流路内に介挿するだけで、簡易にガスタービン等の燃料ガス供給系に組み付けることができる。そしてガス配管を通流する燃料ガスの、ガス配管の壁面近傍に流れる層流境界層または層流底層の流れの一部を前述した空間部21に導き、その流速（流量）を効果的に計測することができる。  
20 しかも前述したようにガス配管を通流する燃料ガスの流速（流量）を、分岐流路3を流れる流体の流速として高精度に測定することができるので、その実用的利

点が絶大である。

尚、ガス配管を通流する燃料ガスが高温であっても、また燃料ガスに塵が含まれるような場合であっても、その燃料ガスの一部を分岐流路3を介してバイパスして計測を行うので、その途中で燃料ガスを冷却したり、更には折れ曲がった流  
5 路構造が持つ慣性集塵効果により塵を取り除くことができる。従って一般的に耐熱性がさほど高くない熱式流量計4を用いても、その計測を容易にしかも安定に行うことができる。特に従来のオリフィスを用いて生成される差圧を利用して流量計測を行う流量計と異なり、流路内壁近傍の流れからその流体の質量流量を検出するので、圧力損失の問題等を招来することなくその計測を高精度に行い得る  
10 等の利点が奏せられる。

第9図は上述した構造の流体検出装置を用いて計測された流量と、主流路1を流れる流体の実流量との関係を対比して示したものである。この第9図における特性Aはその上流側と下流側とに内径21mmの直管（ガス配管）をフランジを介してそれぞれ接続した場合の計測特性を示している。また特性Bは上流側と下  
15 流側とに内径27mmの直管（ガス配管）をフランジを介してそれぞれ接続した場合の計測特性を示している。そして特性Cは上流側に内径21mmの直管（ガス配管）を接続し、下流側に内径27mmの直管（ガス配管）を接続した場合における計測特性を示している。

また特性Dは上流側に内径21mmの曲管（ガス配管）を接続すると共に、下  
20 流側に内径21mmの直管（ガス配管）を接続した場合の計測特性を示している。また特性Eは上流側に内径27mmの曲管（ガス配管）を接続すると共に、下流側に内径27mmの直管（ガス配管）を接続した場合の計測特性を示している。そして特性Fは上流側に内径21mmの曲管（ガス配管）を接続すると共に、下流側に内径27mmの直管（ガス配管）を接続した場合における計測特性を示し  
25 ている。

これらの各特性A～Fにそれぞれ示されるように本発明に係る流体検出装置に

よれば、ガス配管の内径に殆ど依存することなく、しかもガス配管が直管であるか曲管であるかに依存することなく、つまり流体の流れに歪みがあるか否かに拘わることなく、略直線に近い検出特性が得られることが確認できた。また主流量と平均側壁流量との誤差も殆どないことが確認できた。即ち、流れと検出出力とが比例関係にあると看做し得る領域が比較的広く、十分な検出精度を有することが確認できた。

このような実験結果を踏まえれば、例えば第10図に示すように主流路1の流路断面積を狭めるような、その管内の内側に突出する部位7の先端に開口端部2が設けられていても、上記突出部位7が主流路1の内壁面近傍に流れる層流境界層または層流底層を妨げるものでなければ、その突出高さは殆ど問題にならないと言える。従って標準的なガス配管の内径が21mmまたは27mmであることを考慮すれば、前述したように主流路1の最小内径を19mmとした流体検出装置を準備しておくだけで、標準的な21mmまたは27mmの口径の配管にそのまま適用することが可能となる。

ここで上述した流量検出装置に組み込まれる熱式流量計4について簡単に説明する。この熱式流量計は、例えば第11図に示すようにシリコン基台B上に設けた発熱抵抗体からなるヒータ素子Rhを間にして、流体の通流方向Fに测温抵抗体からなる一对の温度センサRu,Rdを設けた素子構造を有し、マイクロフローセンサと称される。そして熱式流量計（マイクロフローセンサ）は、上記ヒータ素子Rhから発せられる熱の拡散度合い（温度分布）が前記流体の通流によって変化することを利用し、前記温度センサRu,Rdの熱による抵抗値変化から前記流体の流量Qを検出するものである。

具体的にはこの熱式流量計は、ヒータ素子Rhから発せられた熱が流体の流量Qに応じて下流側の温度センサRdに加わることで、該温度センサRdの熱による抵抗値の変化が上流側の温度センサRuよりも大きくなることを利用して上記流量Qを計測するものとなっている。尚、図中Rrは、前記ヒータ素子Rhから離

れた位置に設けられた測温抵抗体からなる温度センサであって、周囲温度の計測に用いられる。

第12図は上述したマイクロフローセンサを用いた熱式流量計の概略構成を示している。即ち、ヒータ素子 $R_h$ の駆動回路は、該ヒータ素子 $R_h$ と周囲温度計測用の温度センサ $R_r$ 、および一对の固定抵抗 $R_1, R_2$ を用いてブリッジ回路41を形成し、所定の電源から供給される電圧 $V_{cc}$ をトランジスタ $Q$ を介して前記ブリッジ回路41に印加するように構成される。同時に該ブリッジ回路41のブリッジ出力電圧を差動増幅器42にて求め、そのブリッジ出力電圧が零となるように前記トランジスタ $Q$ を帰還制御して前記ブリッジ回路41に加えるヒータ駆動電圧を調整するように構成される。このように構成されたヒータ駆動回路により、前記ヒータ素子 $R_h$ の発熱温度が、その周囲温度 $t$ よりも常に一定温度差 $\Delta t$ だけ高くなるように制御される。

一方、前記一对の温度センサ $R_u, R_d$ の熱による抵抗値変化から前記マイクロフローセンサに沿って通流する流体の流量 $Q$ を検出する流量検出回路は、上記一对の温度センサ $R_u, R_d$ と一对の固定抵抗 $R_x, R_y$ を用いて流量計測用のブリッジ回路43を形成し、温度センサ $R_u, R_d$ の抵抗値の変化に応じたブリッジ出力電圧を差動増幅器44を介して検出するように構成される。そして前記ヒータ駆動回路によりヒータ素子 $R_h$ の発熱量を一定化した条件下において、差動増幅器44を介して検出されるブリッジ出力電圧 $V_{out}$ から前記マイクロフローセンサに沿って通流する流体の流量 $Q$ を求めるものとなっている。このようなマイクロフローセンサの特徴は、極めて低流速（例えば下限が0.3 mm/秒）の気流を計測できることである。そのため、上述の実施の形態のように主流路の流量に対し分岐流路の流量が極めて小さくても（例えば1/1000程度）、分岐流路に流れる流体を高感度に検出することができる。

このように構成される熱式流量計において、第12図に示すようにブリッジ回路41に加えるヒータ駆動電圧 $V_h$ をモニタすれば、このヒータ駆動電圧 $V_h$ は

周囲温度の変化に対応したものであるから、例えば燃焼室から伝わってくる燃焼振動に起因する温度変化を上記ヒータ駆動電圧 $V_h$ の変化量（振幅）や振動周波数として捉えることが可能となる。即ち、燃焼振動は、燃焼室に近いガス配管等における燃料ガスや、その周囲の空気に伝わってくる。従ってこのような燃焼振動を熱式流量計におけるヒータ素子 $R_h$ の駆動電圧の変化として捉えれば、これによって燃焼振動を簡易にモニタすることが可能となる。従って熱式流量計を用いて流量測定を行うと同時に、同じ熱式流量計を用いて燃焼振動をモニタすることが可能となる。

ところで前述した熱式流量計を実現する場合、例えば第13図にその要部概略構成を示すように、溝13a, 13bがなす連結流路6を相互に結んで連通路を形成する空間部21とは別に、前記分岐流路3から隔離した補助空間部25を設け、この補助空間部25に補助熱式流量計（流量センサ）4aを設けるようにしても良い。この補助空間部25は、例えば第2部材20の外周面に穿いた有底凹部の開口部を、該第2部材20に取り付けられる補助熱式流量計（流量センサ）4aにて塞ぐことにより形成される密閉空間である。つまり補助空間部25を、流体の通流には関与することのない空間として形成する。この補助空間部25に前述した熱式流量計4と同じ仕様の補助熱式流量計4aを設けることで、流体の流れに拘わることない補助空間25の内部の流体の状態を検出する。

即ち、上述した補助空間部25の内部の流体には、この流体検出装置が取り付けられた配管にて発生した機械的振動に伴い、前記分岐流路3を通流する流体に加わる振動と相対的に同じ振動が加わる。また熱式流量計（流量センサ）4および補助熱式流量計（流量センサ）4aには、外部からの電氣的・磁氣的な影響を受けて基本的に同じ雑音加わる。従って補助空間部25に設けられた補助熱式流量計4aでは、流体の流れに依存することのない、上記補助空間25内の流体に加わった外的要因（振動や雑音）や、補助熱式流量計4aに生じる内部的雑音だけを検出することになる。つまり上述した補助熱式流量計4aを用いることで、

燃焼器等から配管を介して伝わる振動や電氣的な雑音等の成分を検出することが可能となる。尚、これらの熱式流量計 4 および補助熱式流量計 4 a は、それぞれ前述した第 1 2 図に示すように構成されたものである。

そして第 1 4 図に示すように熱式流量計 4 にて検出される流体の流れ（流量）  
5 に相当する出力  $V_{out}$  から、前記補助熱式流量計 4 a にて検出される流体の流れ  
に関与することのない信号成分  $V_{out}(N)$  を差し引くようにする。この場合、上  
記信号成分  $V_{out}(N)$  に所定の補正係数  $K$  を乗じた後、前記熱式流量計 4 の出力  
 $V_{out}$  の補正に用いるようにすることが望ましい。即ち、熱式流量計 4 にて検出  
された流体の流れ（流量）に相当する出力  $V_{out}$  には、相対的に前記補助熱式流  
10 量計 4 a にて検出された信号成分  $V_{out}(N)$  が含まれている。従って前記熱式流  
量計 4 の出力  $V_{out}$  から前記補助熱式流量計 4 a の出力  $V_{out}(N)$  を差し引けば、  
これによって流体の流れに依存する成分（流量）だけを高精度に計測することが  
可能となる。

これ故、熱式流量計 4 とは別に、補助熱式流量計 4 a を用いて流体中に含まれ  
15 る該流体の流れに依存することのない信号成分  $V_{out}(N)$  を検出し、この信号成  
分  $V_{out}(N)$  を用いて前記熱式流量計 4 の出力  $V_{out}$  を補正すれば、振動等に起因  
する流体の流れに含まれる雑音成分や、熱式流量計 4 および補助熱式流量計 4 a  
自体がそれぞれ発生する電氣的雑音等を効果的に打ち消すことが可能となる。従  
って  $S/N$  比を高めて高精度な流れ（流量）計測を行うことが可能となる。

20 しかし前述した補助空間部 2 5 の容積によっては、該補助空間部 2 5 が振動に  
対する機械的なフィルタとして作用する可能性がある。このような不具合を解消  
するには、例えば第 2 部材 2 0 の外周面から前記補助空間部 2 5 へと連通する小  
孔（図示せず）を穿ち、前記補助空間部 2 5 が大気側で満たされるようにしても  
良い。或いは第 2 部材 2 0 の内周面 2 3 から前記補助空間部 2 5 へと連通する小  
25 孔（図示せず）を穿ち、補助空間部 2 5 が計測流体にて満たされるようにしても  
良い。この場合、補助空間部 2 5 の存在が流体の流れを妨げることがないように

配慮すべきである。このように補助空間部 25 を大気または計測流体に開放した構造を採る場合には、計測周波数帯域における振動成分が減衰しないように、補助空間部 25 および前述した小孔の寸法形状を適宜調整すべきである。

- 尚、本発明は上述した実施形態に限定されるものではない。例えば主流路 1 の
- 5 内壁面に沿ってその周方向に複数設けられる開口端部 2 の数  $n$  は、その仕様に依りて定めれば良いものである。またその開口端部 2 の大きさや形状についても種々変形可能であり、例えば凹部に代えてパイプ状に突出するものとして実現することも可能である。更に主流路 1 の断面形状は円形でなくても良い。円形以外の断面形状を有する主流路 1 に  $n$  個の開口端部 2 を設ける場合、各開口端部 2 の
- 10 設置位置については、実験によって最適な位置を見出すことが望ましい。或いは主流路 1 の断面積を仮想線で  $n$  等分に分割し（ただし仮想線は主流路断面の中心を通る）、それぞれの分割片の仮想中心線上に各開口端部 2 を設けても良い。これは、主流路 1 の断面形状が円形のときに、各開口端部 2 をその周囲に等角度に配置することに相当する。更には熱式の流量計については、前述した半導体上に
- 15 集積したマイクロフローセンサに代えて、サーモパイル（熱電対）で温度センサを構成したものや、数ミクロンのワイヤを用いた熱線式のものをを用いることも可能である。要は本発明はその要旨を逸脱しない範囲で種々変形して実施することができる。

## 請 求 の 範 囲

### 1. 流体を通流する主流路と、

この主流路の内壁面近傍に該主流路の上流側または下流側に向けて設けられた  
5 開口端部を有し、この開口端部を介して前記主流路の内壁面近傍を流れる流体の  
一部を通流させる1つまたは複数の分岐流路と、

上記分岐流路に設けられて該分岐流路を通流する流体の流れを検出する熱式流  
れセンサと

を具備したことを特徴とする流体検出装置。

10 2. 前記複数の分岐流路における前記主流路の上流側に向けた各開口端部は、  
前記主流路の軸心を中心としてその流路断面に沿って等間隔に設けられる請求の  
範囲1に記載の流体検出装置。

3. 前記複数の分岐流路における前記主流路の下流側に向けた各開口端部は、  
前記主流路の軸心を中心としてその流路断面に沿って等間隔に設けられる請求の  
15 範囲1に記載の流体検出装置。

4. 前記分岐流路の他端側は、前記主流路の周囲の環境に向けて開放されてい  
ることを特徴とする請求の範囲1～3のいずれか1つに記載の流体検出装置。

5. 前記主流路の上流側に開口端部に向けた複数の分岐流路は、その他端部に  
て互いに接続されて1つの流路を形成したものであって、

20 前記熱式の流れ検出器は、前記複数の分岐流路の互いに接続されて1つの流路  
を形成した部位に設けられて前記各分岐流路にそれぞれ流れる流体の総流量を検  
出するものである請求の範囲2に記載の流体検出装置。

6. 前記主流路の下流側に開口端部に向けた複数の分岐流路は、その他端部に  
て互いに接続されて1つの流路を形成するものであって、

25 前記熱式の流れ検出器は、前記複数の分岐流路の互いに接続されて1つの流路  
を形成した部位に設けられて前記各分岐流路にそれぞれ流れる流体の総流量を検



出するものである請求の範囲 3 に記載の流体検出装置。

7. 前記複数の分岐流路の互いに接続されて 1 つの流路を形成した部位の端部は、前記主流路の周囲の環境に向けて開放されていることを特徴とする請求の範囲 5 または 6 に記載の流体検出装置。

5 8. 請求の範囲 1 に記載の流体検出装置において、  
更に前記分岐流路を形成しない部位に設けられて前記流体の状態を検出する補助熱式流れセンサを備えることを特徴とする流体検出装置。

9. 前記補助熱式流れセンサは、前記分岐流路に連通する流体溜め部に設けられるものである請求の範囲 8 に記載の流体検出装置。

10 10. 流体を通流する主流路と、  
この主流路の内壁面近傍に該主流路の上流側に向けて設けられた入側開口端部および前記主流路の下流側に向けて設けられた出側開口端部を有し、これらの入側開口端部および出側開口端部をそれぞれ介して前記主流路の内壁面近傍を流れる流体の一部を通流させる 1 つまたは複数の分岐流路と、

15 上記分岐流路に設けられて該分岐流路を通流する流体の流れを検出する熱式流れセンサと  
を具備したことを特徴とする流体検出装置。

11. 前記複数の分岐流路における各入側開口端部および各出側開口端部は、それぞれ前記主流路の軸心を中心としてその流路断面に沿って等間隔に設けられたものである請求の範囲 10 に記載の流体検出装置。

12. 前記複数の分岐流路における各入側開口端部および各出側開口端部は、前記主流路の流路方向での位置をほぼ揃えて設けられるものである請求の範囲 10 に記載の流体検出装置。

13. 前記分岐流路は、前記入側開口端部をそれぞれ備えた複数の上流側分岐流路と、前記出側開口端部をそれぞれ備えた複数の下流側分岐流路と、これらの  
25 複数の上流側分岐流路と複数の下流側分岐流路との間に設けられて 1 つの流路を

形成する連通部とを有したものであって、

前記熱式の流れ検出器は、上記１つの流路を形成する連通部に設けられて前記各分岐流路にそれぞれ流れる流体の総流量を検出するものである請求の範囲１１または１２に記載の流体検出装置。

- ５ １４． 上記各分岐流路のそれぞれの流路抵抗が上記連通部の流路抵抗よりも大きいことを特徴とする請求の範囲１３に記載の流体検出装置。

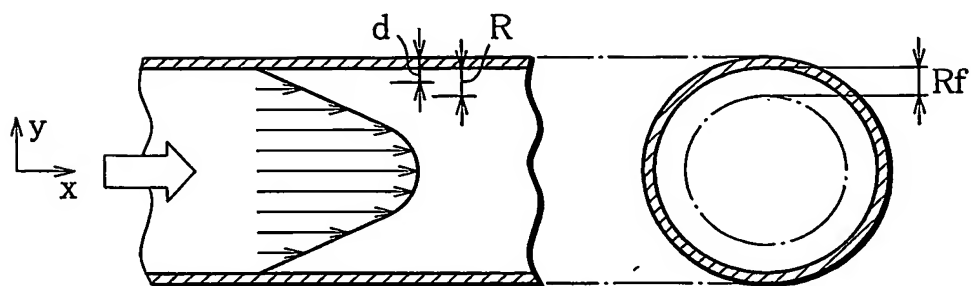
１５． 請求の範囲１０に記載の流体検出装置において、

更に前記分岐流路を形成しない部位に設けられて前記流体の状態を検出する補助熱式流れセンサを備えることを特徴とする流体検出装置。

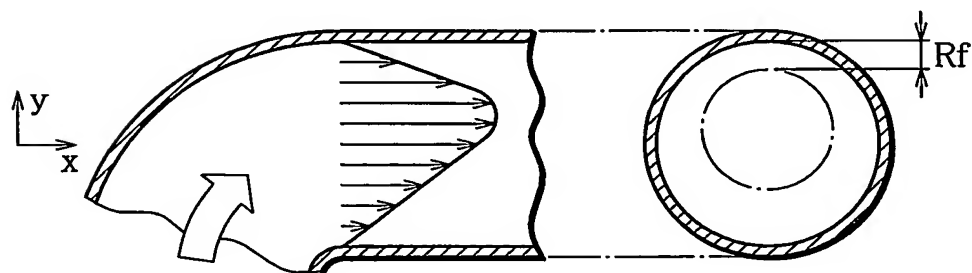
- １０ １６． 前記補助熱式流れセンサは、前記分岐流路に連通する流体溜め部に設けられるものである請求の範囲１５に記載の流体検出装置。

1/7

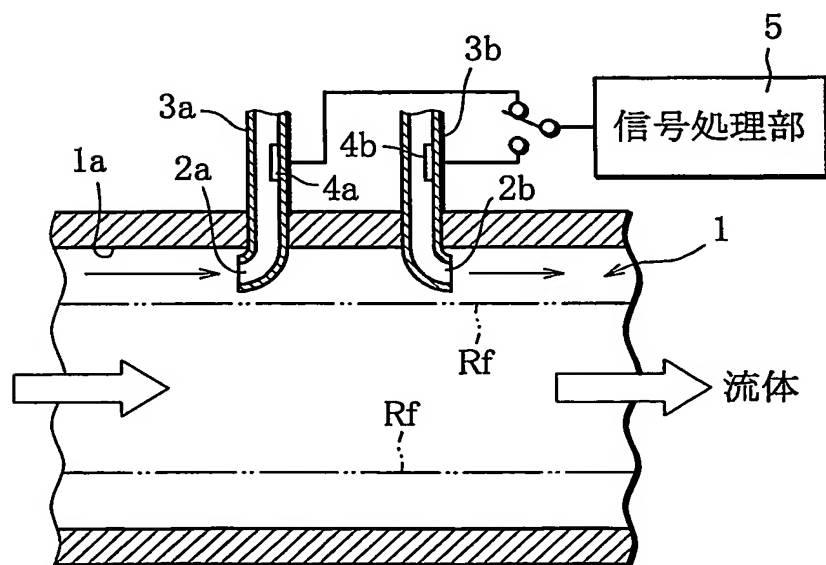
第 1 図



第 2 図

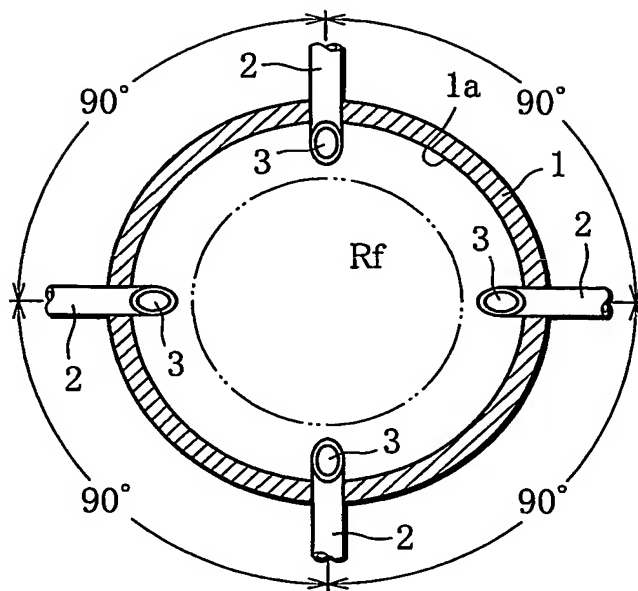


第 3 図

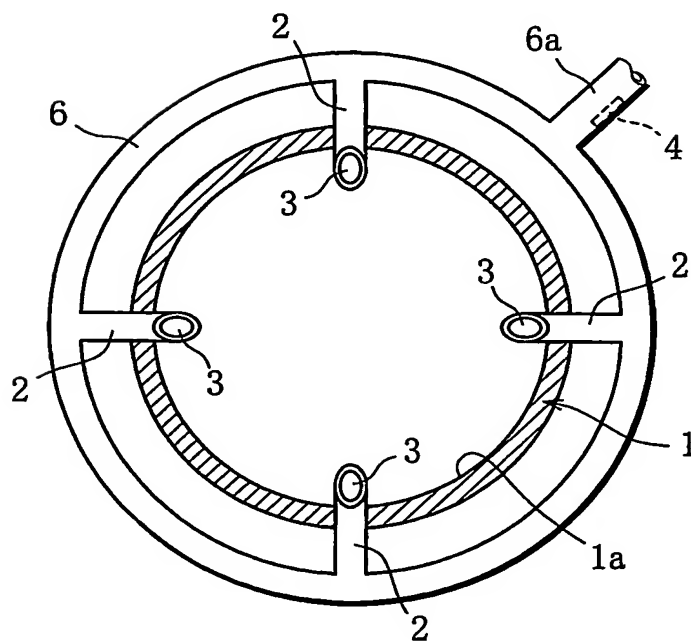


2/7

第 4 図



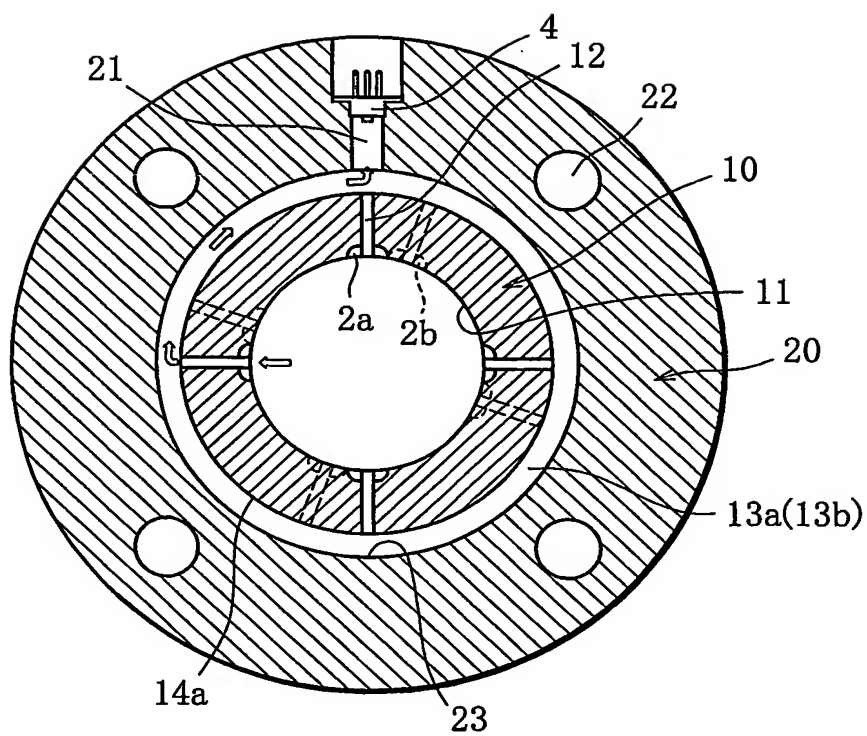
第 5 図





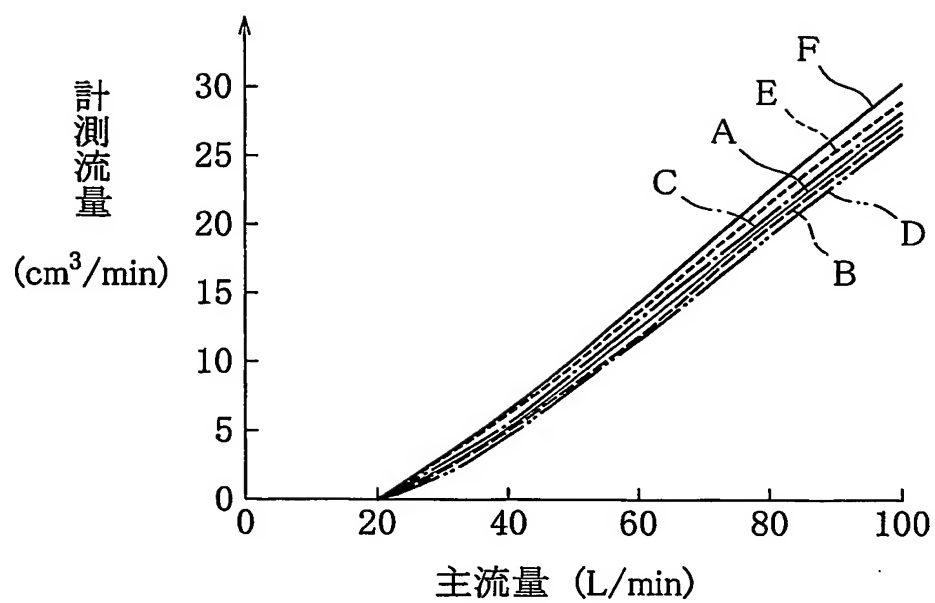
4/7

第 8 図

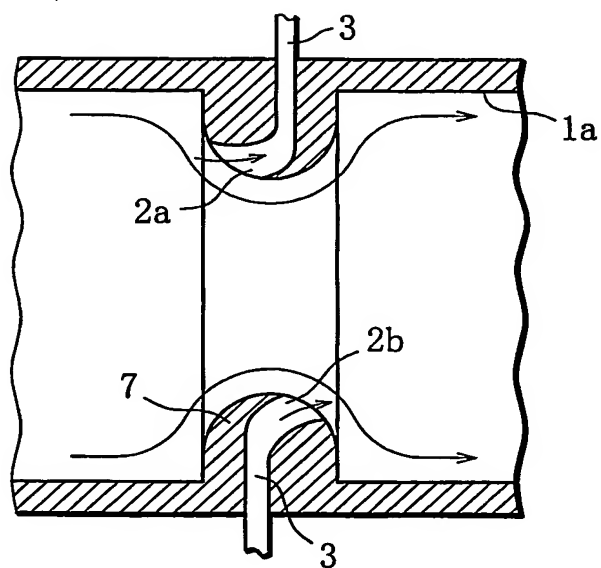


5/7

第 9 図

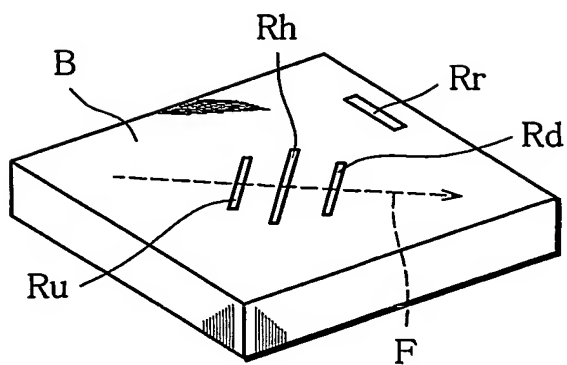


第 10 図

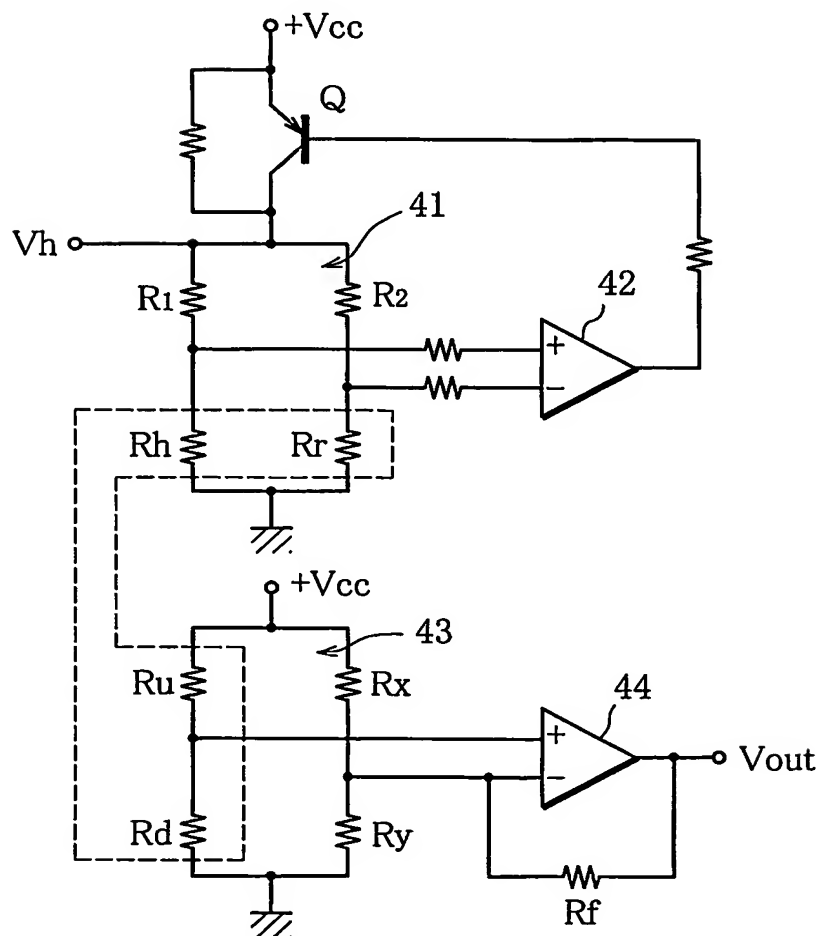


6/7

第 11 図



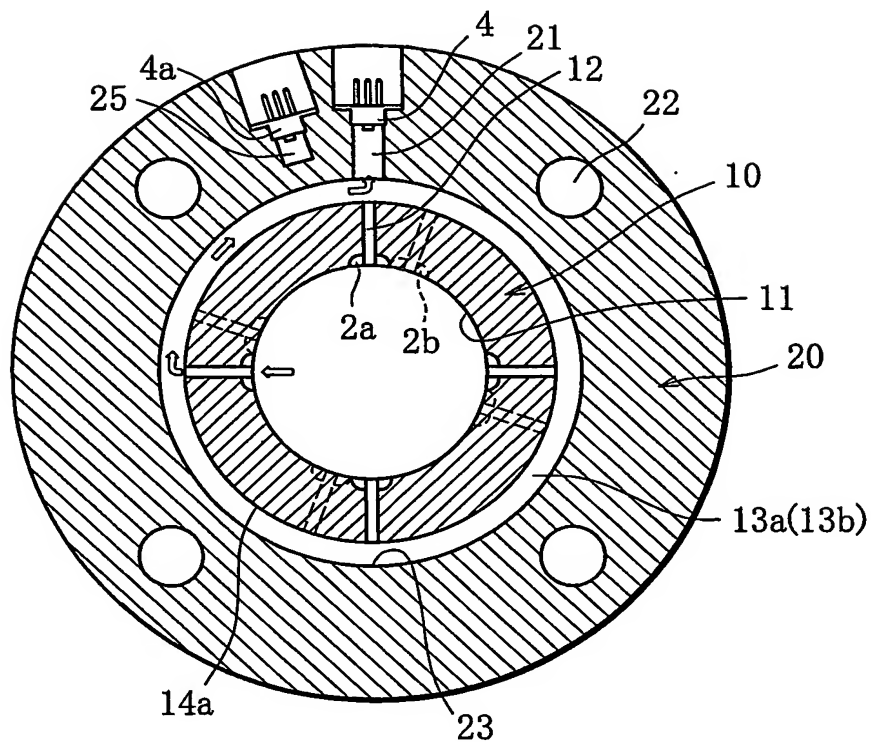
第 12 図



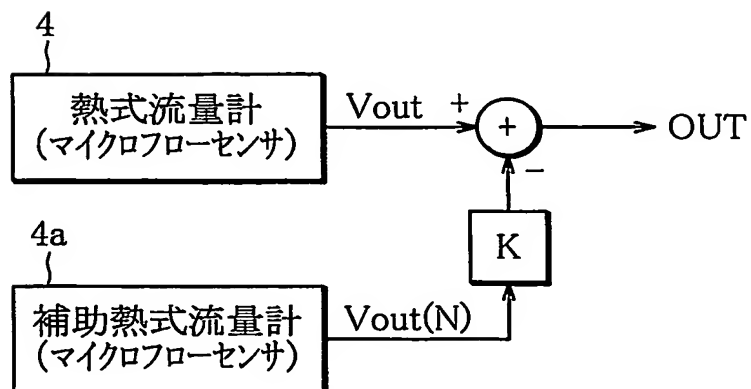


7/7

第 13 図



第 14 図



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/14579

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl<sup>7</sup> G01F1/68, 1/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl<sup>7</sup> G01F1/00-9/02

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2004
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2004	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2004

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 62-64914 A (Nippon Steel Corp.), 24 March, 1987 (24.03.87), Full text; all drawings (Family: none)	1-16
A	JP 08-507379 A (Puritan-Bennett Corp.), 06 August, 1996 (06.08.96), Full text; all drawings & WO 94/020018 A	1-16
A	JP 2611085 B (Yazaki Corp.), 21 May, 1997 (21.05.97), Full text; all drawings (Family: none)	1-16

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier document but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family
---	--

Date of the actual completion of the international search  
03 January, 2004 (03.01.04)

Date of mailing of the international search report  
20 January, 2004 (20.01.04)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/14579

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2001-174305 A (NGK Spark Plug Co., Ltd.), 29 June, 2001 (29.06.01), Full text; all drawings (Family: none)	1-16
A	JP 2001-4420 A (NGK Spark Plug Co., Ltd.), 12 January, 2001 (12.01.01), Full text; all drawings (Family: none)	1-16
A	JP 03-235024 A (Hitachi, Ltd.), 21 October, 1991 (21.10.91), Full text; all drawings (Family: none)	1-16

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> G01F1/68, 1/00

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> G01F1/00-9/02

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年  
 日本国公開実用新案公報 1971-2004年  
 日本国登録実用新案公報 1994-2004年  
 日本国実用新案登録公報 1996-2004年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP 62-64914 A (新日本製鐵株式会社) 1987. 03. 24 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-16
A	JP 08-507379 A (ピューリタン-ベネット コーポレイション) 1996. 08. 06 全文, 全図 & WO 94/020018 A	1-16
A	JP 2611085 B (矢崎総業株式会社) 1997. 05. 21 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-16

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの  
 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの  
 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)  
 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献  
 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの  
 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの  
 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの  
 「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

03. 01. 04

国際調査報告の発送日

20. 1. 2004

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)  
 郵便番号 100-8915  
 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

森口正治

2F

9403

電話番号 03-3581-1101 内線 3216

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP 2001-174305 A (日本特殊陶業株式会社) 2001. 06. 29 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-16
A	JP 2001-4420 A (日本特殊陶業株式会社) 2001. 01. 12 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-16
A	JP 03-235024 A (株式会社日立製作所) 1991. 10. 21 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-16